



Diskurs Generale

Das Projekt Desertec – Strom für Deutschland aus der Sahara

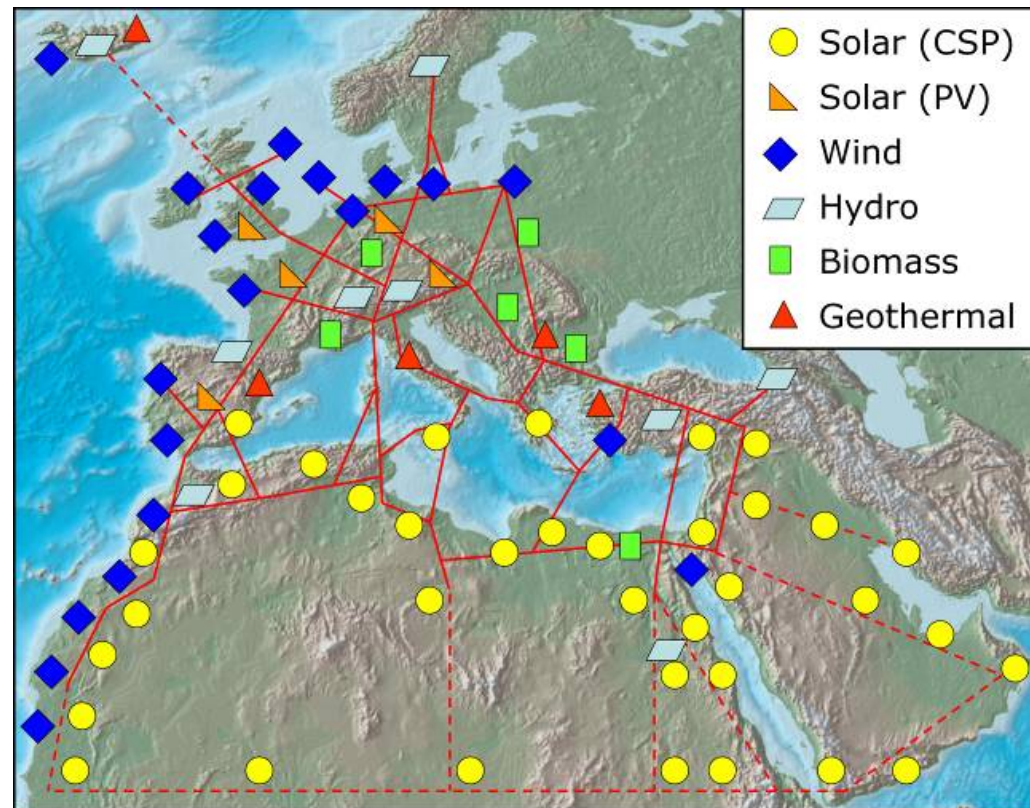
Franz Trieb

Stuttgart, 08.04.2011

DESERTEC Vision 2003

Dem Wechselstromnetz überlagerte HGÜ-Stromautobahnen verbinden gute Produktionsstandorte mit großen Verbrauchszentren

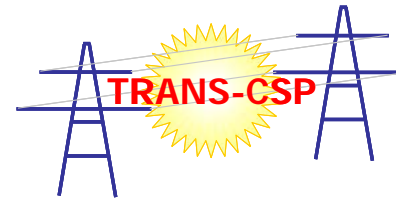
TREC
Clean Power from the Deserts
Trans-Mediterranean
Renewable Energy Cooperation
In conjunction with The Club of Rome



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.desertec.org

Folie 2



DLR-Studien 2004 - 2007

Ermittlung der erneuerbaren Energiepotentiale für die nachhaltige Produktion von Elektrizität und Trinkwasser in 50 Ländern Europas, Nordafrikas und des Mittleren Ostens unter Berücksichtigung der Option solarthermischer Kraftwerke.



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



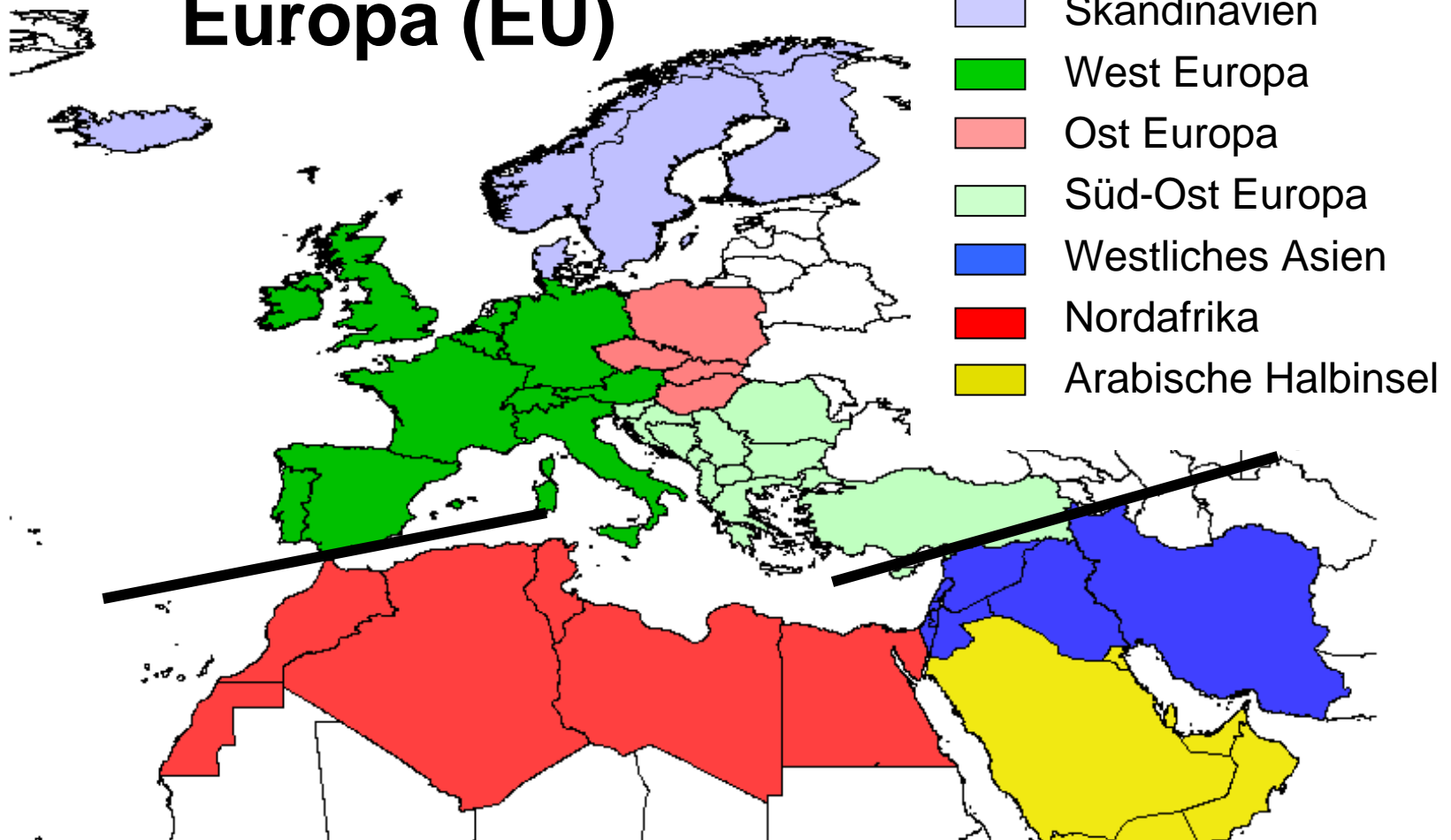
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/tt/trans-csp

Folie 3

Insgesamt 50 Länder untersucht

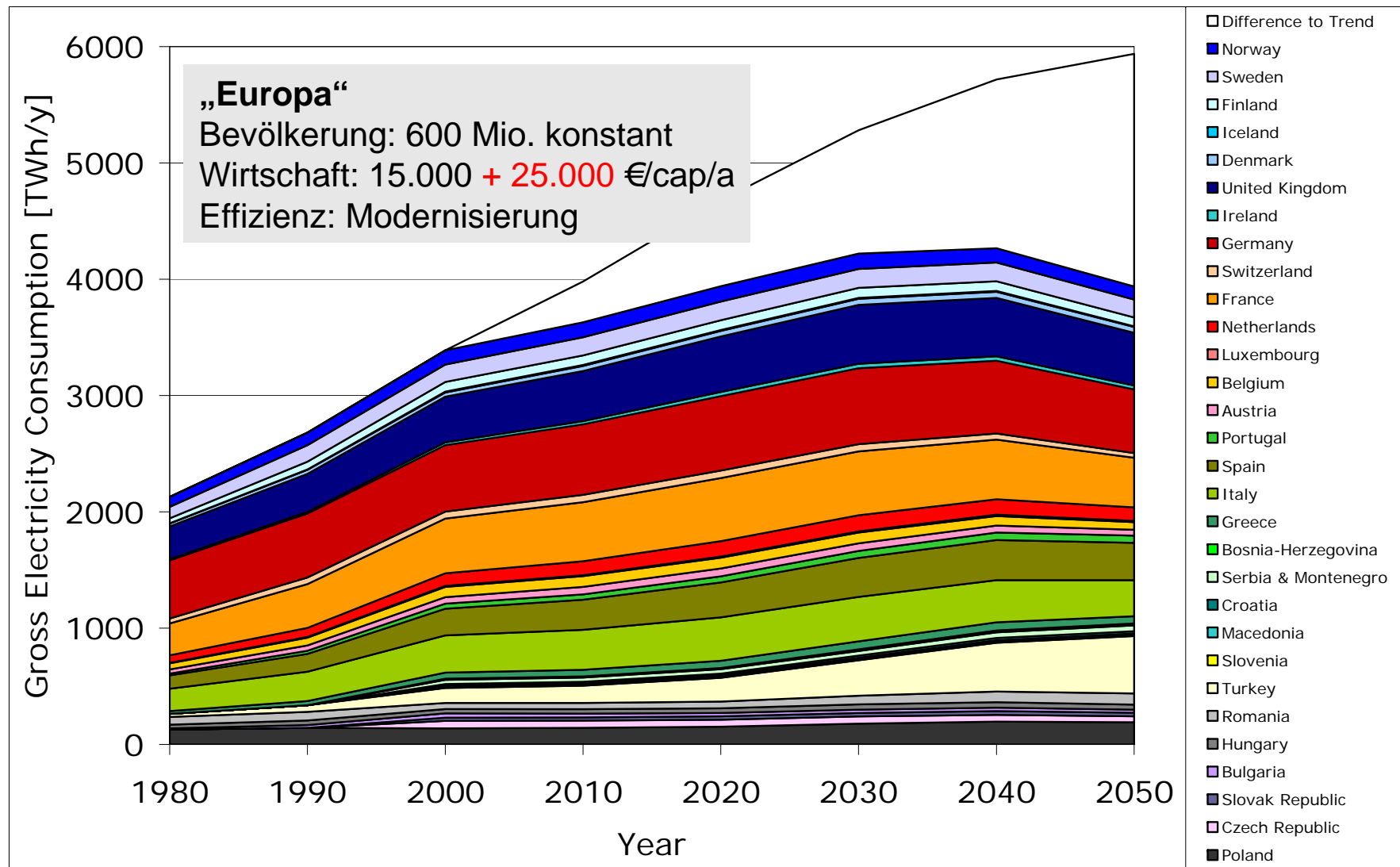
Europa (EU)



Middle East & North Africa (MENA)

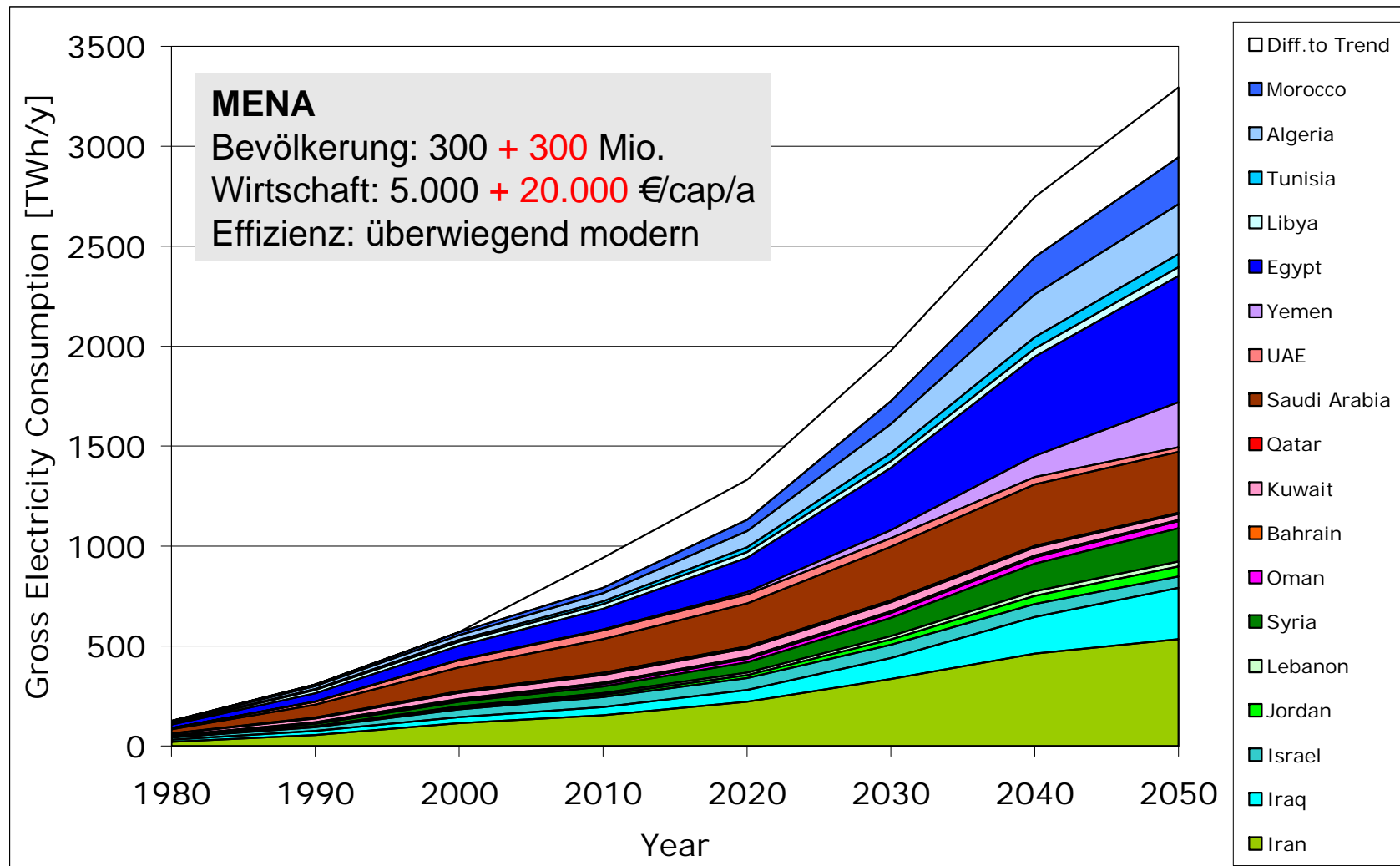


TRANS-CSP: Strombedarf in „Europa“ (ohne Elektromobilität)





MED-CSP: Strombedarf im Mittleren Osten und Nordafrika (MENA)





Elektrizität gewinnt man aus ...

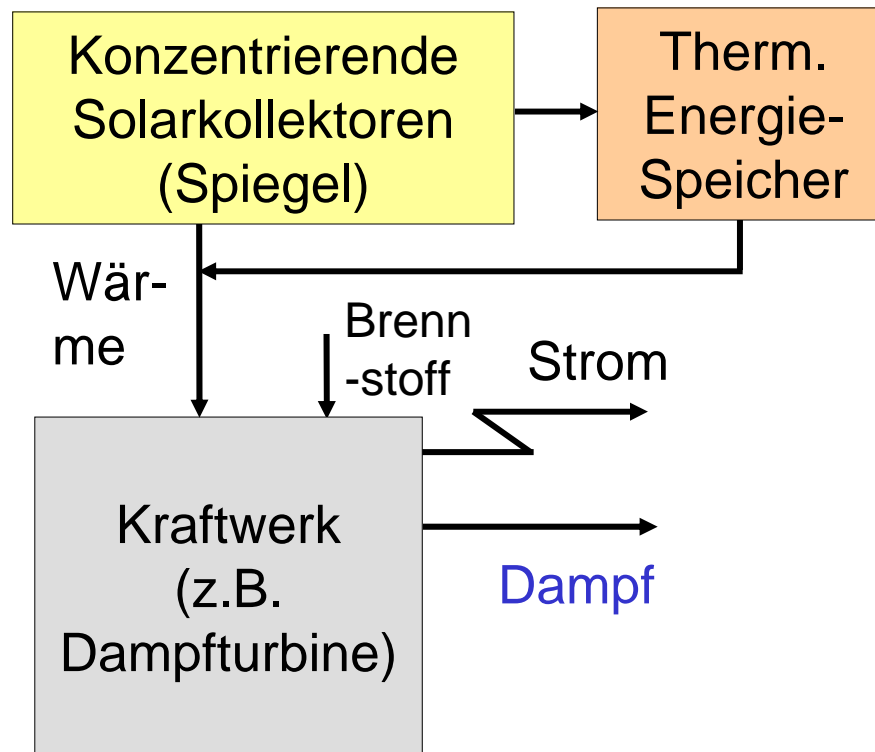
- ✓ Kohle, Braunkohle
- ✓ Erdöl, Erdgas
- ✓ Kernspaltung, **Kernfusion**
- ✓ **Wasserkraft**
- ✓ **Biomasse**
- ✓ **Solarthermische Kraftwerke**
- ✓ **Geothermie (Hot Dry Rock)**
- ✓ **Windenergie**
- ✓ **Photovoltaik**
- ✓ **Wellen / Gezeiten**

...
**ideal gespeicherten
Energieträgern**

...
**speicherbaren
Energieträgern**

...
**fluktuierenden
Energieträgern**

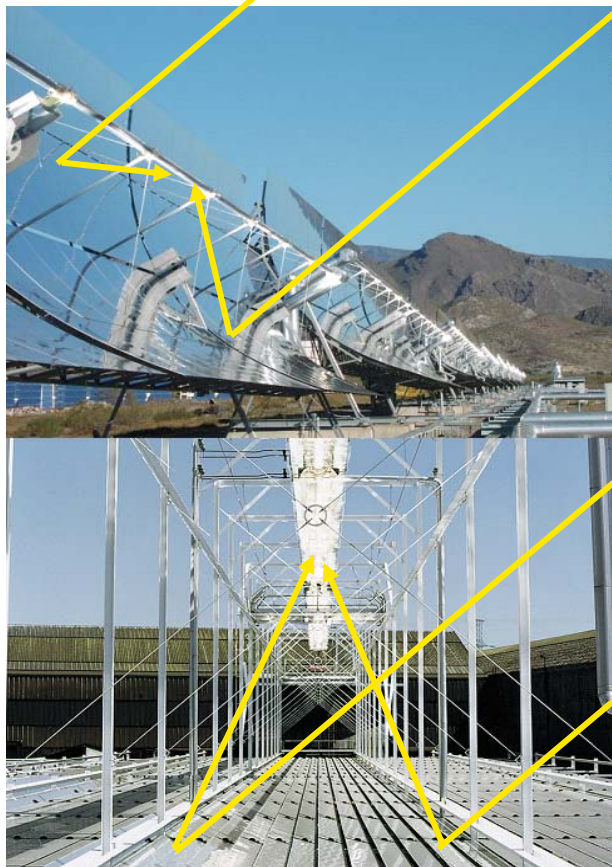
Prinzip eines solarthermischen Kraftwerks



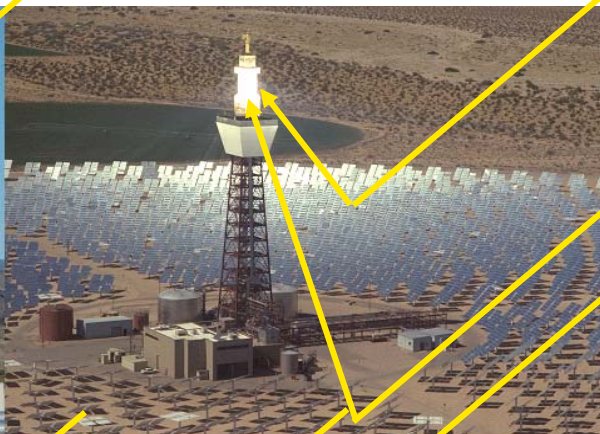
- ✓ Sonnenenergie ersetzt Brennstoff
- ✓ Sekundenreserve
- ✓ Regelleistung nach Bedarf
- ✓ Kraft-Wärme-Kopplung für Wasserentsalzung, Kälte, Fernwärme, Industrie

Konzentrierende Sonnenkollektoren

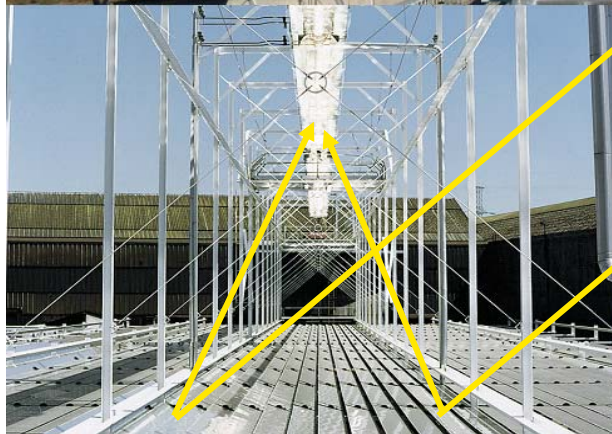
Parabolrinne (PSA)



Solarturm (SNL)



Linear Fresnel (MAN/SPG)



Dish-Stirling (SBP)





**ANDASOL 1+2, Guadix, Spanien
(2x50 MW, 7 Std. Speicher, 2009)
3500 Volllaststunden pro Jahr**





Kein zwingender Wasserverbrauch solarthermischer Dampfkraftwerke



Heller Trockenkühltürme für 450 MW Dampfturbine in Bursa, Türkei, im Vordergrund rechts konventionelles Luftkühlerelement.

Luftkühlung führt bei konventionellen Kraftwerken zu erhöhtem Brennstoffverbrauch und bei solarthermischen Kraftwerken zu verringerten Überschüssen.

Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen



Photovoltaik



Windkraft



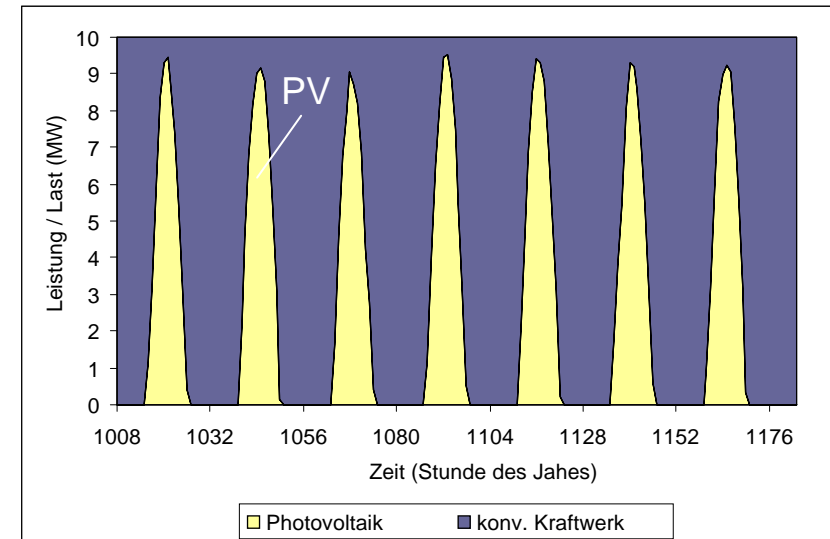
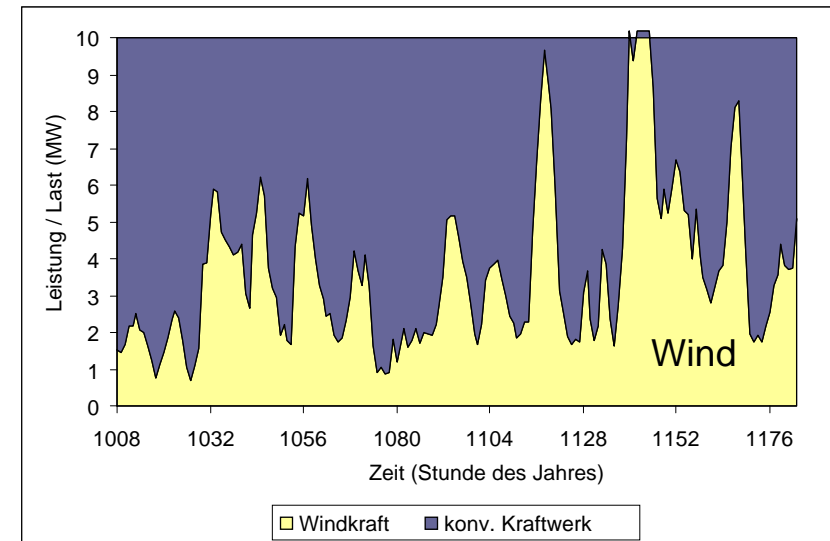
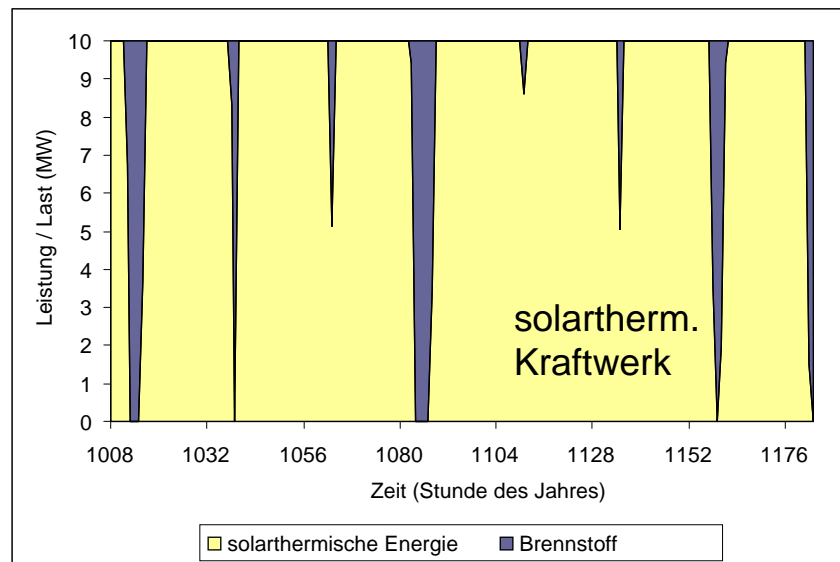


Aufgabe: z.B. 10 MW sichere Leistung

Solarth. Kraftw.: 10 MW installiert, 10 % Gas

PV+Backup: 20 MW installiert, 75 % Gas

Wind+Backup: 20 MW installiert, 60 % Gas



Standort Hurghada, Ägypten

HGÜ-Leitungen in China

HGÜ
HVDC

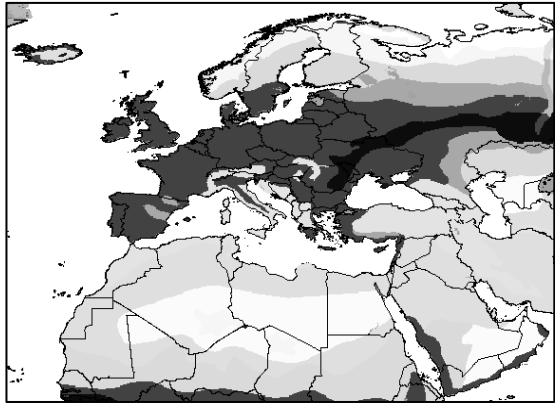
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
High-Voltage-Direct-Current Transmission

Spannung: ± 800.000 Volt
Leistung: 6400 Megawatt
Länge: 2070 km
Quelle: Wasserkraft
Verlust: 7%
Bauzeit: 2 Jahre
Kosten: 2,5 Mrd. €

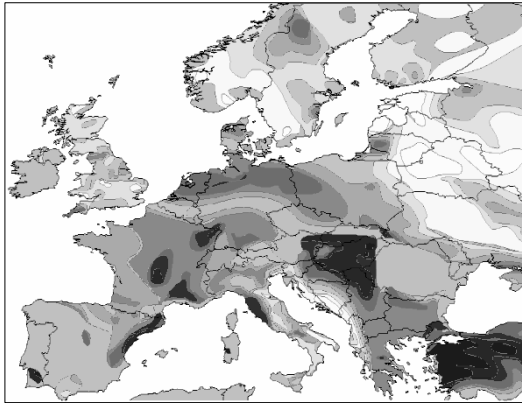


Erneuerbare Energiepotenziale in Europa, Mittlerer Osten, Nordafrika

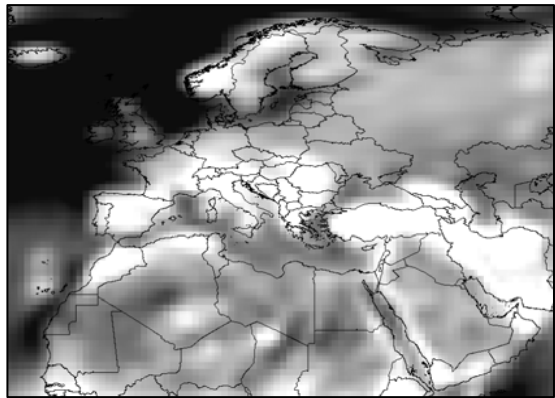
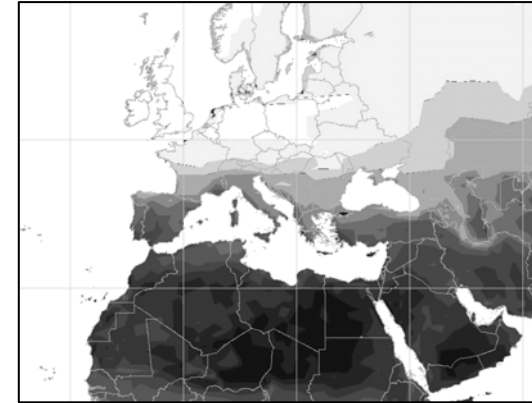
Biomasse (0-1)



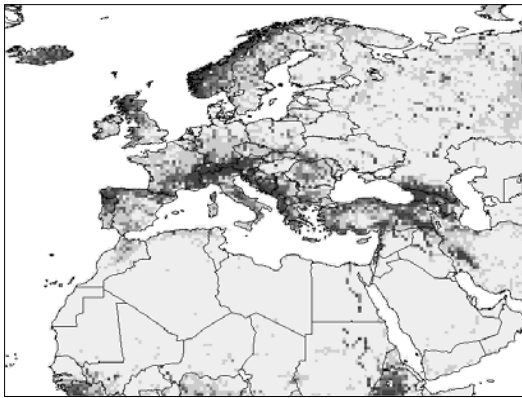
Geothermie (0-1)



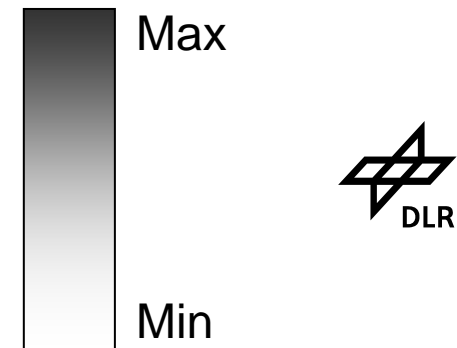
Solar (10-250)



Windkraft (5-50)

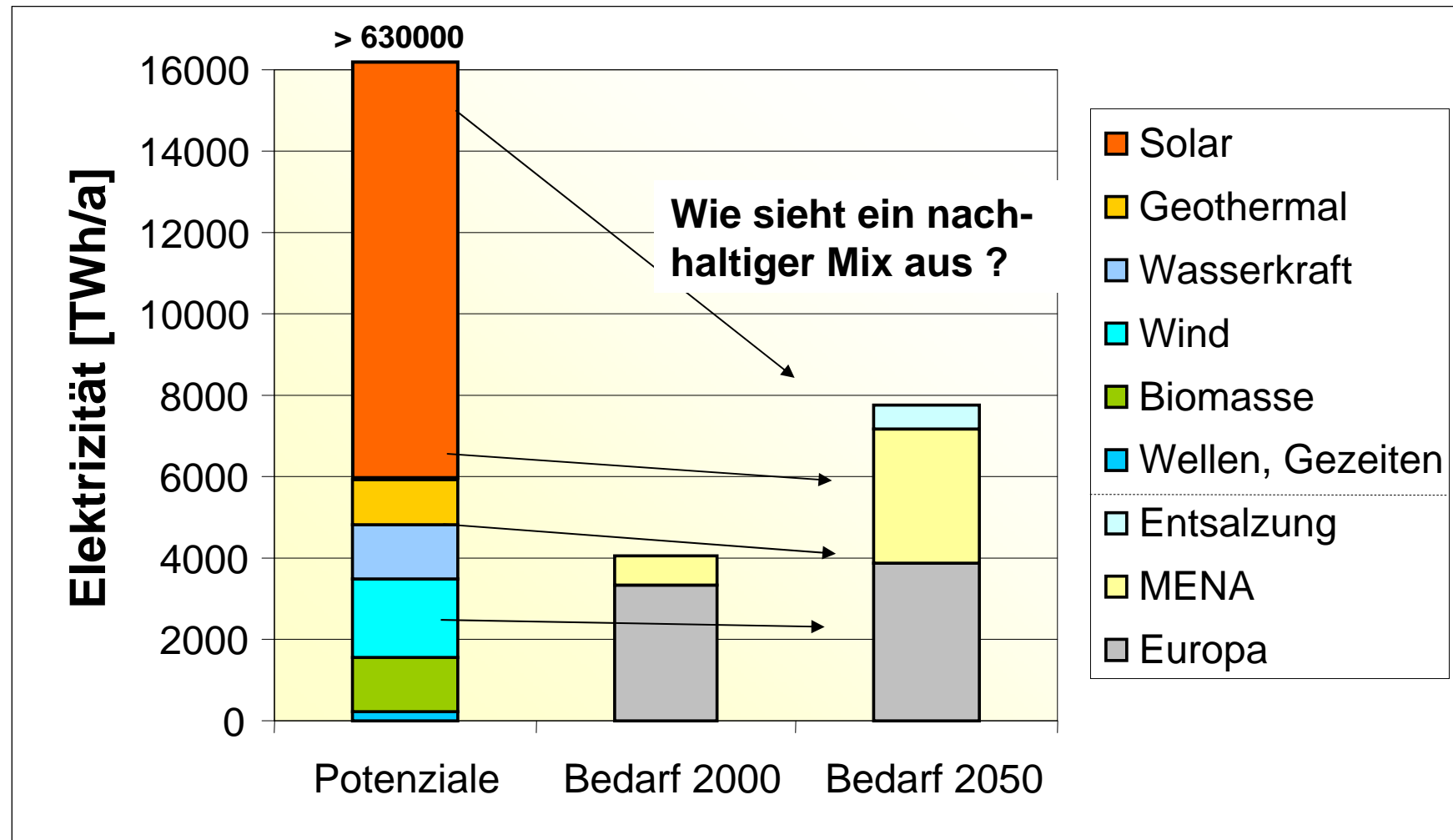


Wasserkraft (0-50)



Stromertrag
in GWh/km²/a

Ökonomische Potenziale vs. Bedarf in EU-MENA





... und was ist überhaupt “nachhaltig” ?

✓ **sicher**

- verschiedene, sich ergänzende Quellen und Reserven
- Lastdeckung nach Bedarf
- langfristig verfügbare Ressourcen
- bereits sichtbare und zeitnah ausbaubare Technologie

✓ **kostengünstig**

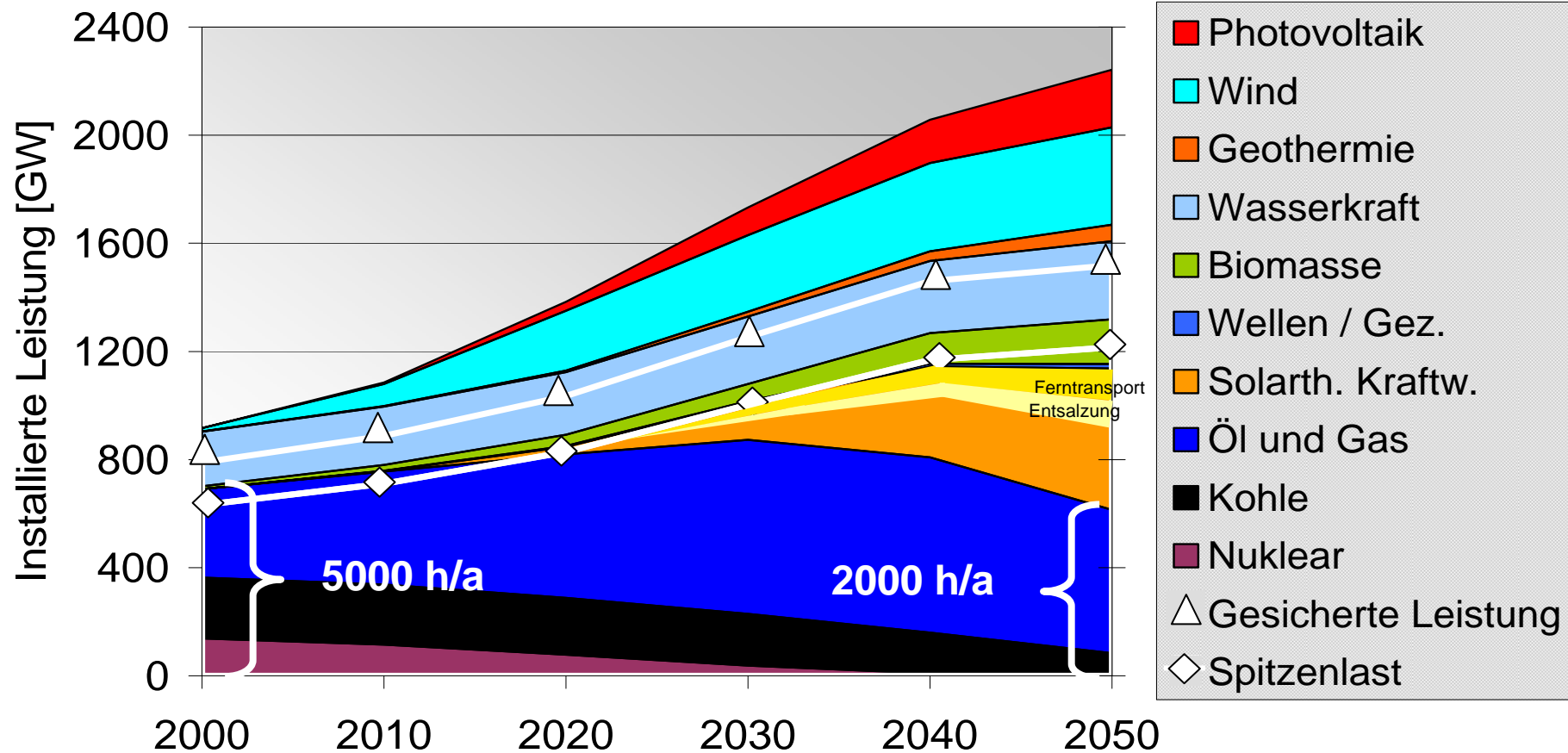
- niedrige Kosten
- keine langfristigen Subventionen

✓ **umwelt- und sozial kompatibel**

- geringe Emissionen
- Klimaschutz
- geringe Risiken
- fairer Zugang



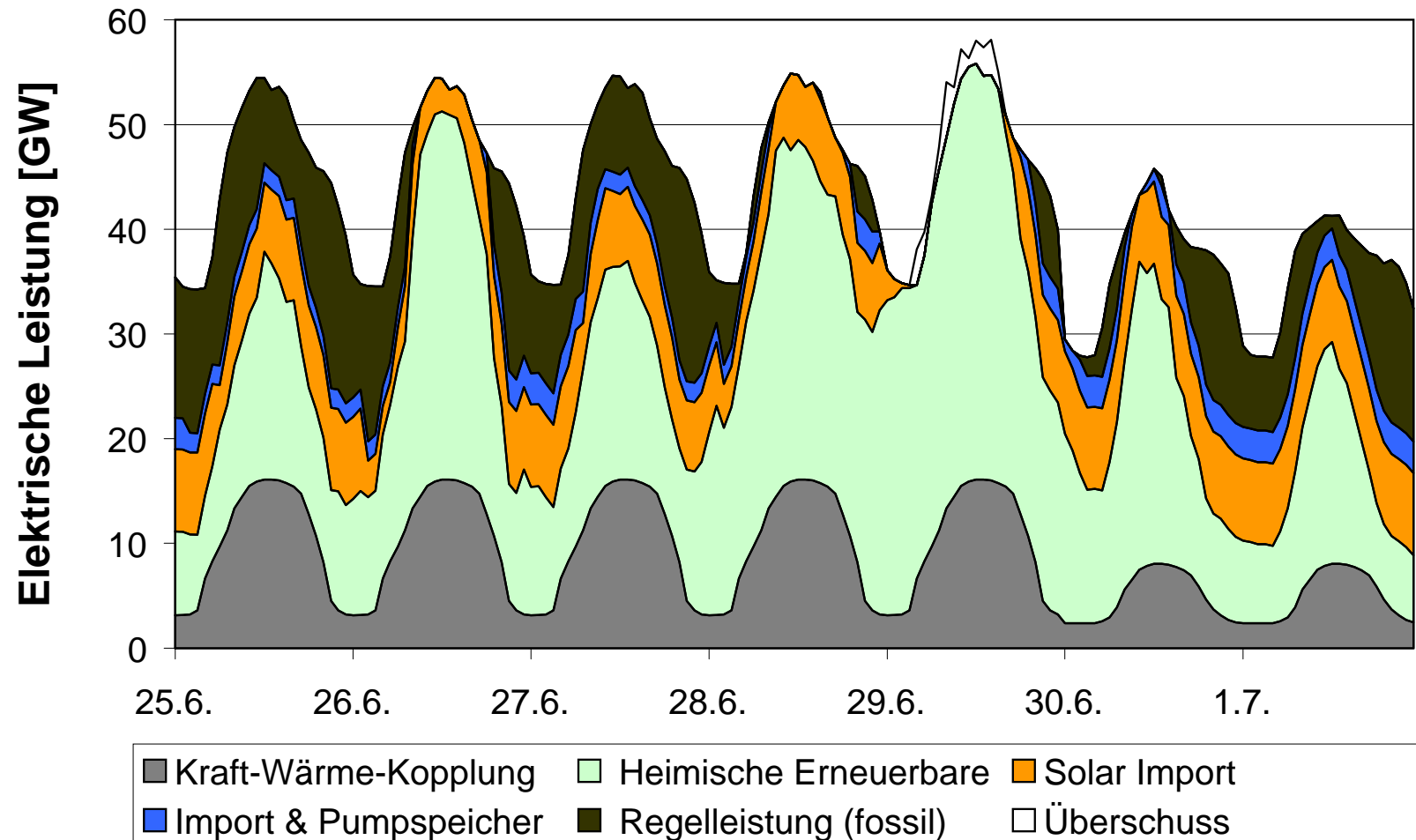
Installierte Leistung und Spitzenlast in EUMENA



➔ 100 % Verfügbarkeit + 25 % Reservekapazität



Leistung nach Bedarf: Fossile Brennstoffe decken (nur noch) Lastspitzen



Stundenmodellierung Deutschland 2050

Kraftwerkspark Deutschland 2010

	installiert	davon sicher	davon regelbar
Laufwasserkraft	5.3 GW	40%	0%
Pumpspeicher	5.7 GW	90%	100%
Biomasse	0.0 GW	88%	60%
Biomasse KWK	4.9 GW	88%	25%
PV	16.5 GW	1%	0%
Windkraft	27.2 GW	10%	0%
Geothermie	0.0 GW	90%	60%
Erdgas	19.0 GW	86%	60%
Erdgas KWK	6.0 GW	86%	25%
Steinkohle	20.0 GW	86%	60%
Steinkohle KWK	8.0 GW	86%	25%
Braunkohle	20.4 GW	92%	40%
Kernkraft	20.5 GW	93%	40%
Heizöl KWK	2.0 GW	86%	25%
Heizöl	4.0 GW	86%	60%
Übrige	6.0 GW	86%	25%

Bilanz:

Erneuerbar	59.6 GW
Fossil	105.8 GW
Gesamt	165.5 GW
Regelbar	54.6 GW
Nicht Regelbar	110.9 GW
Sichere Leistung	108.2 GW
Spitzenlast Sommer	70.0 GW
Spitzenlast Winter	80.0 GW
Nicht Regelbar Fossil	58.2 GW
Nicht Regelbar Erneuerbar	52.7 GW
Grundlast Sommer	40.0 GW
Grundlast Winter	50.0 GW

http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Studien___Umfragen/Kurzanalyse_KuN-Planung_D_2020_2030_lang.pdf

http://www.vewsaar.de/fileadmin/dokumente/Energie/pdf/energie_info_entwicklung_energieversorgung_23022011.pdf

**Umbau: 58 GW fossile, nicht regelbare Leistung entfernen,
aber 108 GW sichere Leistung jederzeit beibehalten**





Optionen für sichere Leistung und Regelenergie

- Regelbare Erneuerbare (Biomasse, Geothermie, Wasserkraft)
- Speicher (Pumpspeicher, Druckspeicher, H₂, Methan)
- Lastmanagement
- Stromgeführte Kraft-Wärme-Kopplung mit Wärmespeicher
- Netzausbau
- Import (solarthermische Kraftwerke, Wasserkraft)
- Spitzenlastkraftwerke auf der Basis von Erdgas, Kohlegas, Biogas und synthetischem Erdgas oder H₂ aus erneuerbarer Energie



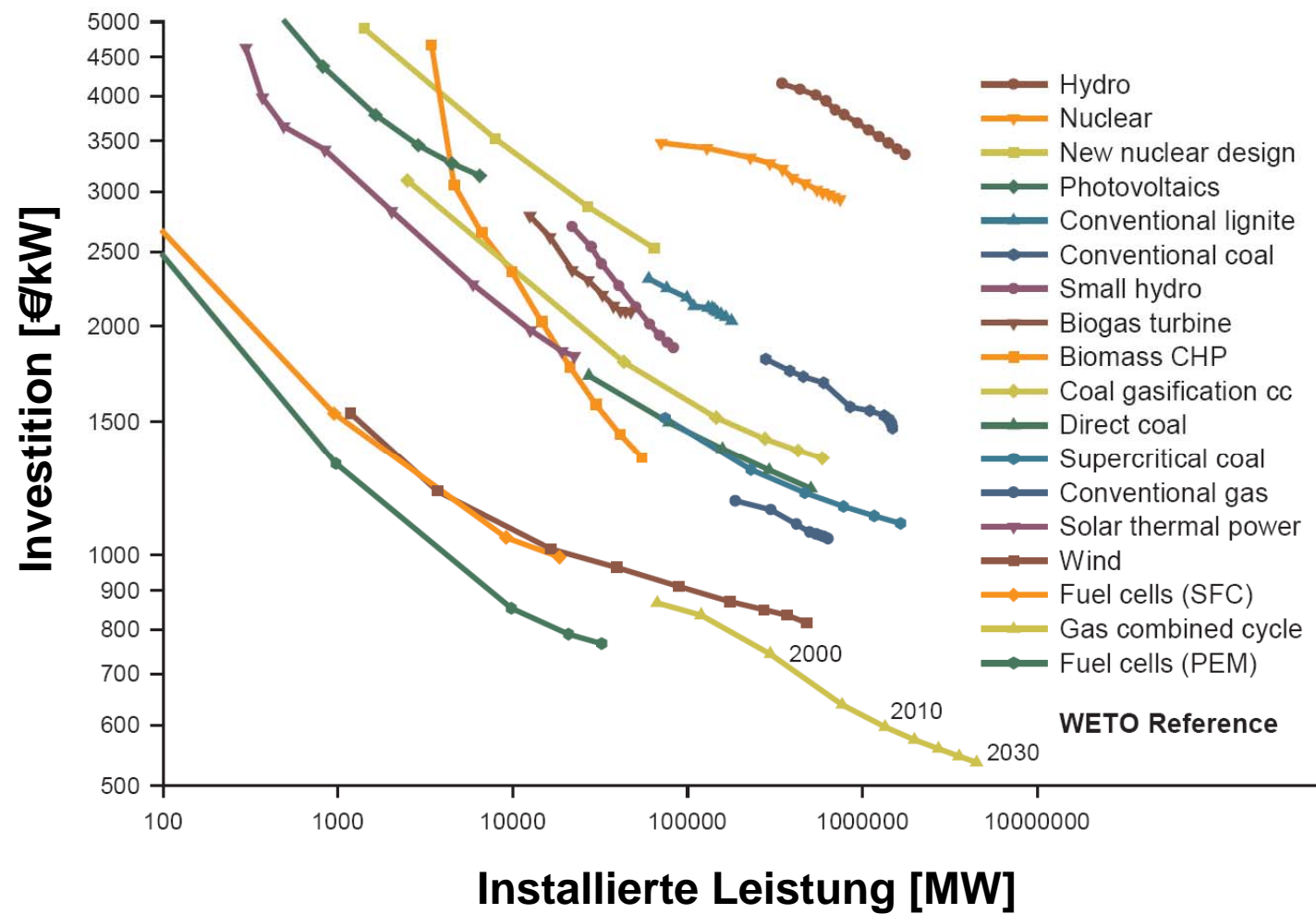
Was wird sich bis 2050 technisch ändern?

1. Die Auslastung konventioneller Kraftwerke sinkt von heute etwa 5000 h/a auf unter 2000 h/a. Es werden nur noch gut regelbare Spitzenlastkraftwerke, aber keine schlecht regelbaren Grundlastkraftwerke mehr gebraucht.

2. Europäischer Strommix:	<u>2000</u>	<u>2050</u>
Nuklear	30%	0%
Fossil (Import + Heimisch)	50%	20%
Erneuerbar (Heimisch)	20%	65%
Erneuerbar (Import)	0%	15%

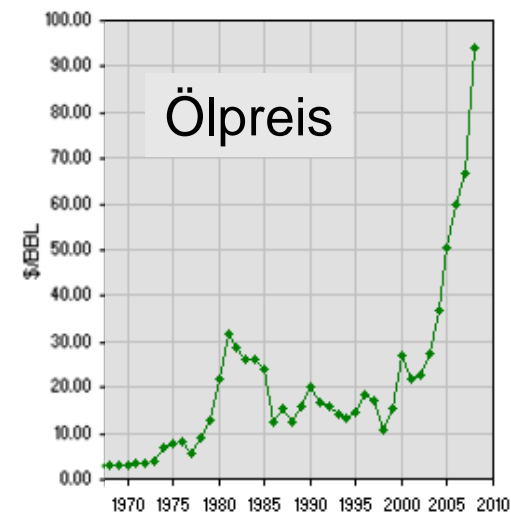
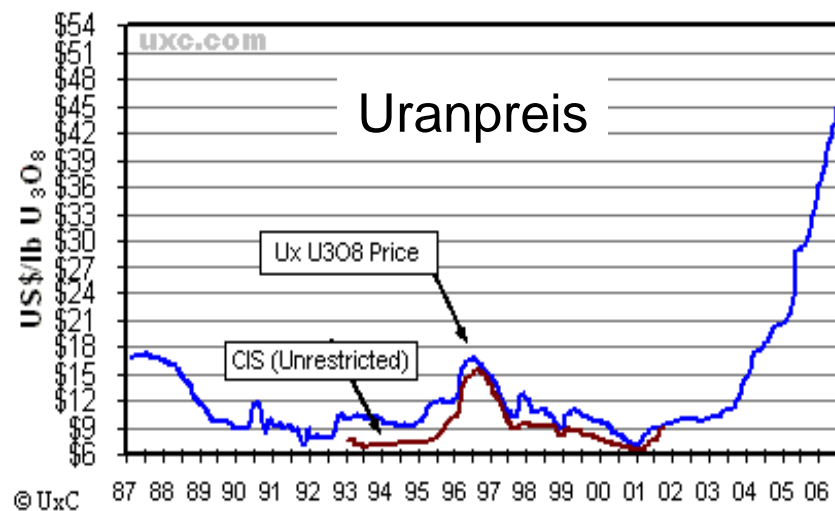
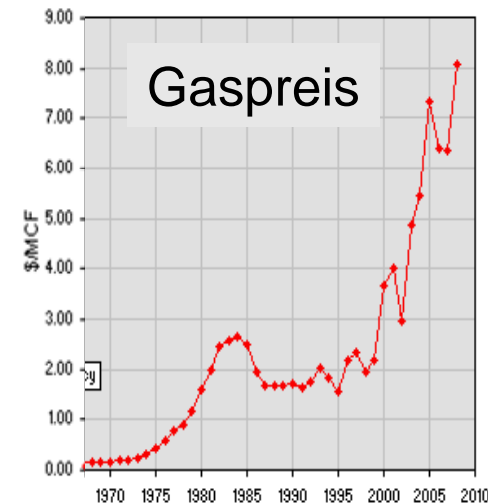
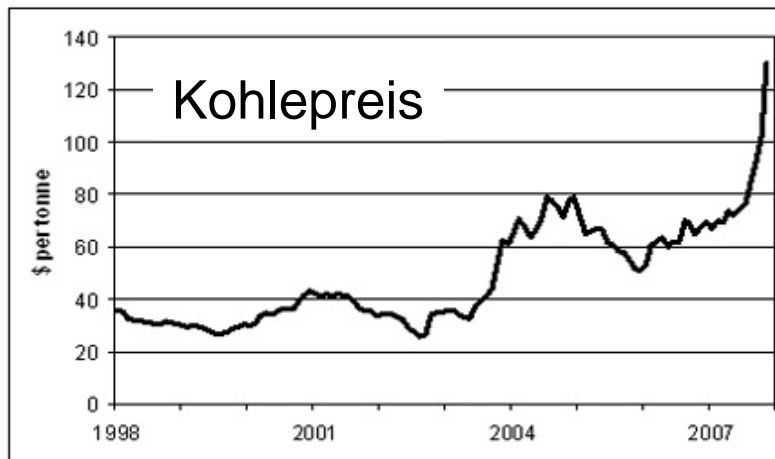


Kraftwerkspreise sinken mit steigender Kapazität



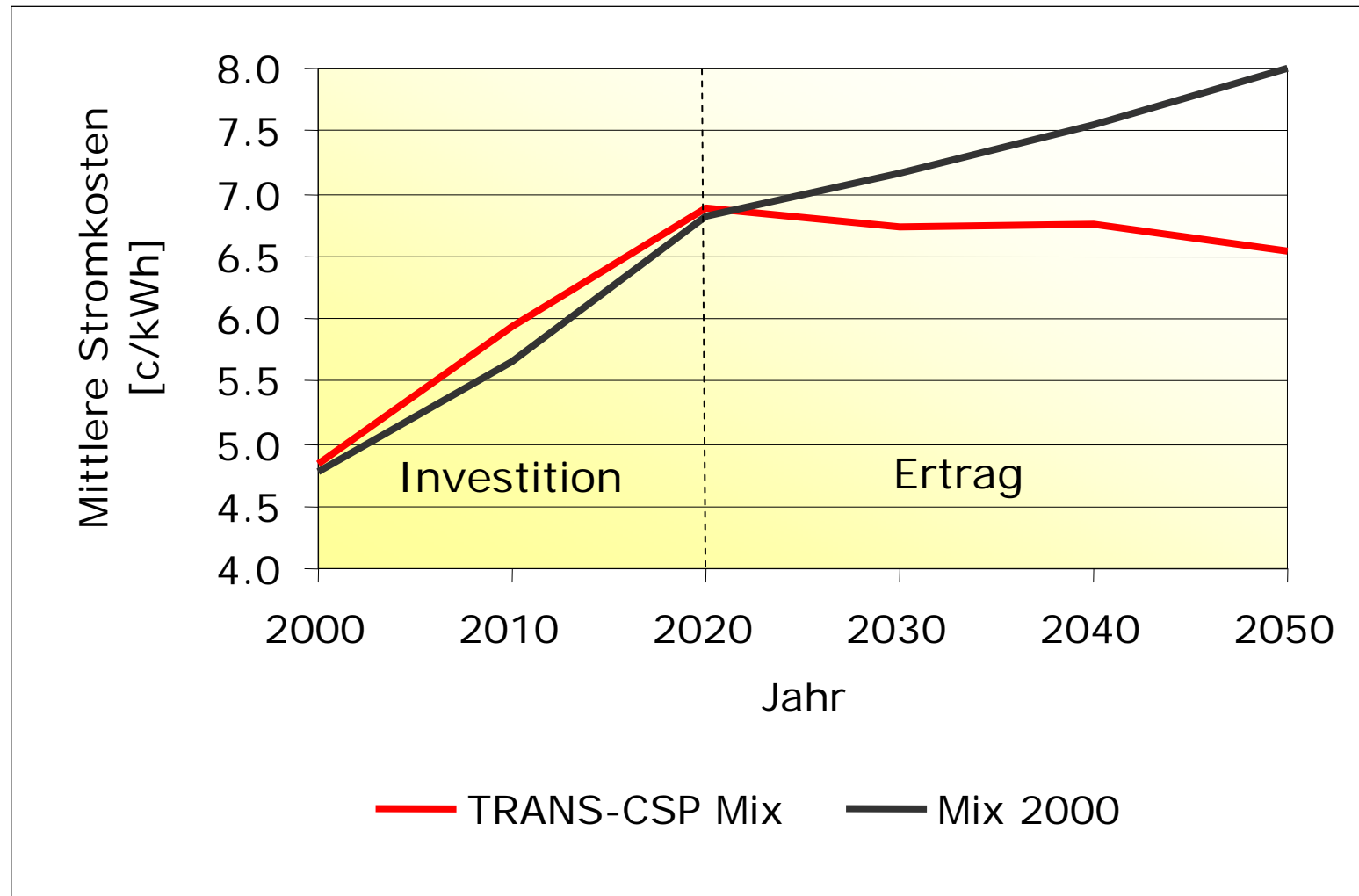


Brennstoffpreise steigen mit wachsendem Verbrauch

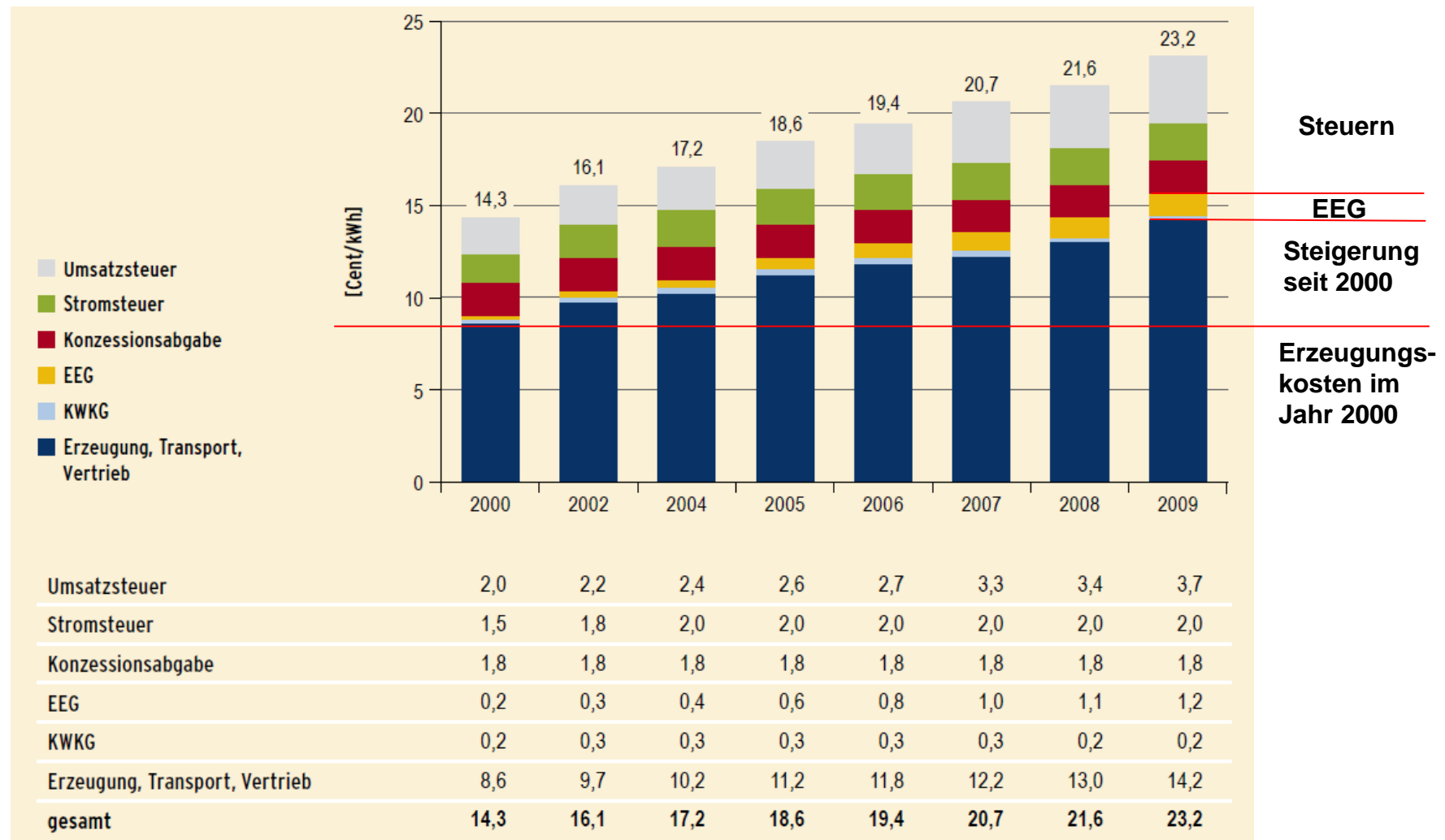




Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien



Das EEG: Kosten pro kWh für Haushaltskunden in Deutschland



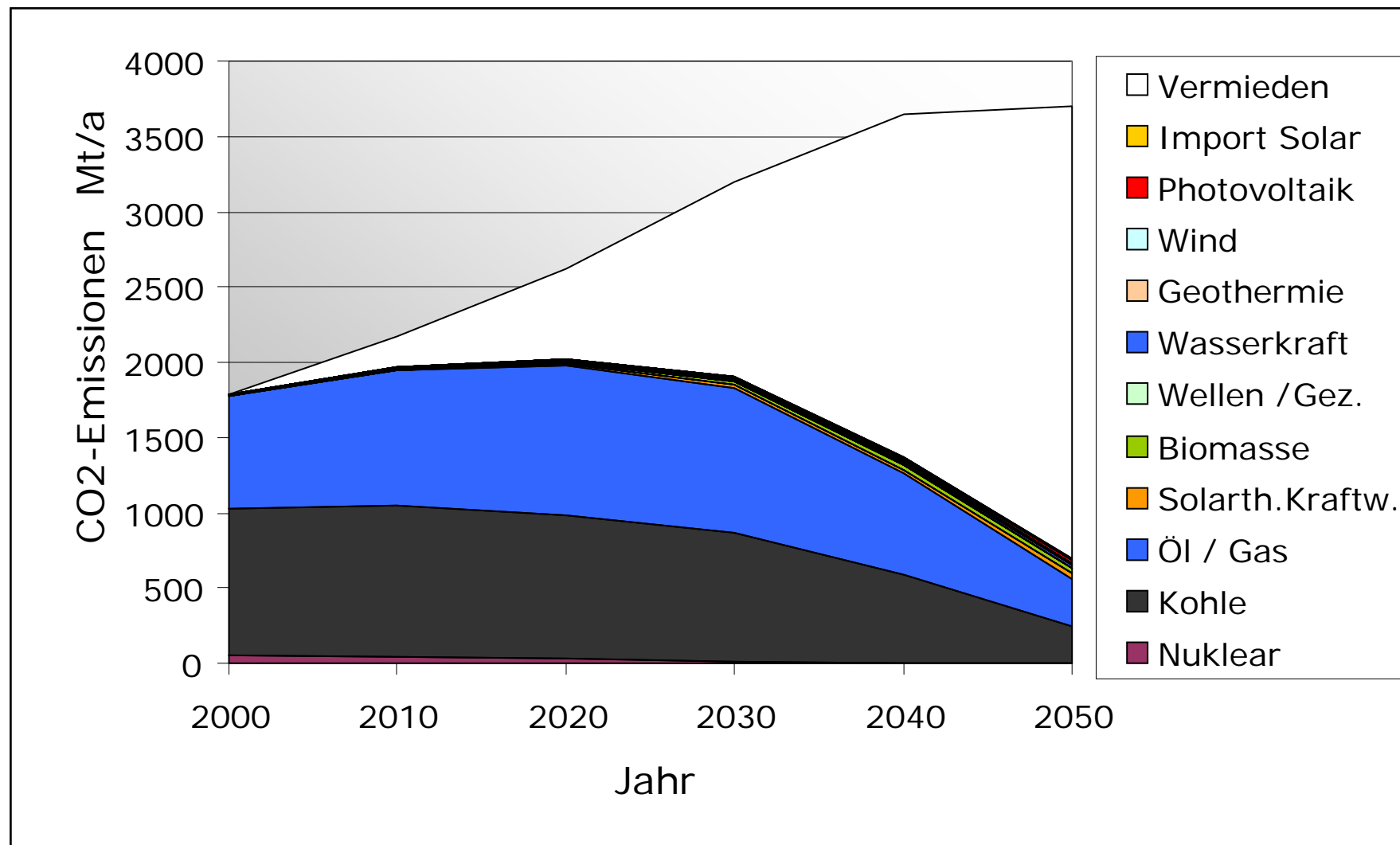


Was wird sich ökonomisch ändern?

1. Nach anfänglicher Förderung führt der Ausbau erneuerbarer Energiequellen zu einer Stabilisierung der Energiepreise und zur Entlastung der öffentlichen und privaten Haushalte.
2. Solarstromimporte aus der Wüste werden eine bezahlbare und gut regelbare Komponente der Stromversorgung und ersetzen damit vor allem fossile Brennstoffe und Kernenergie.



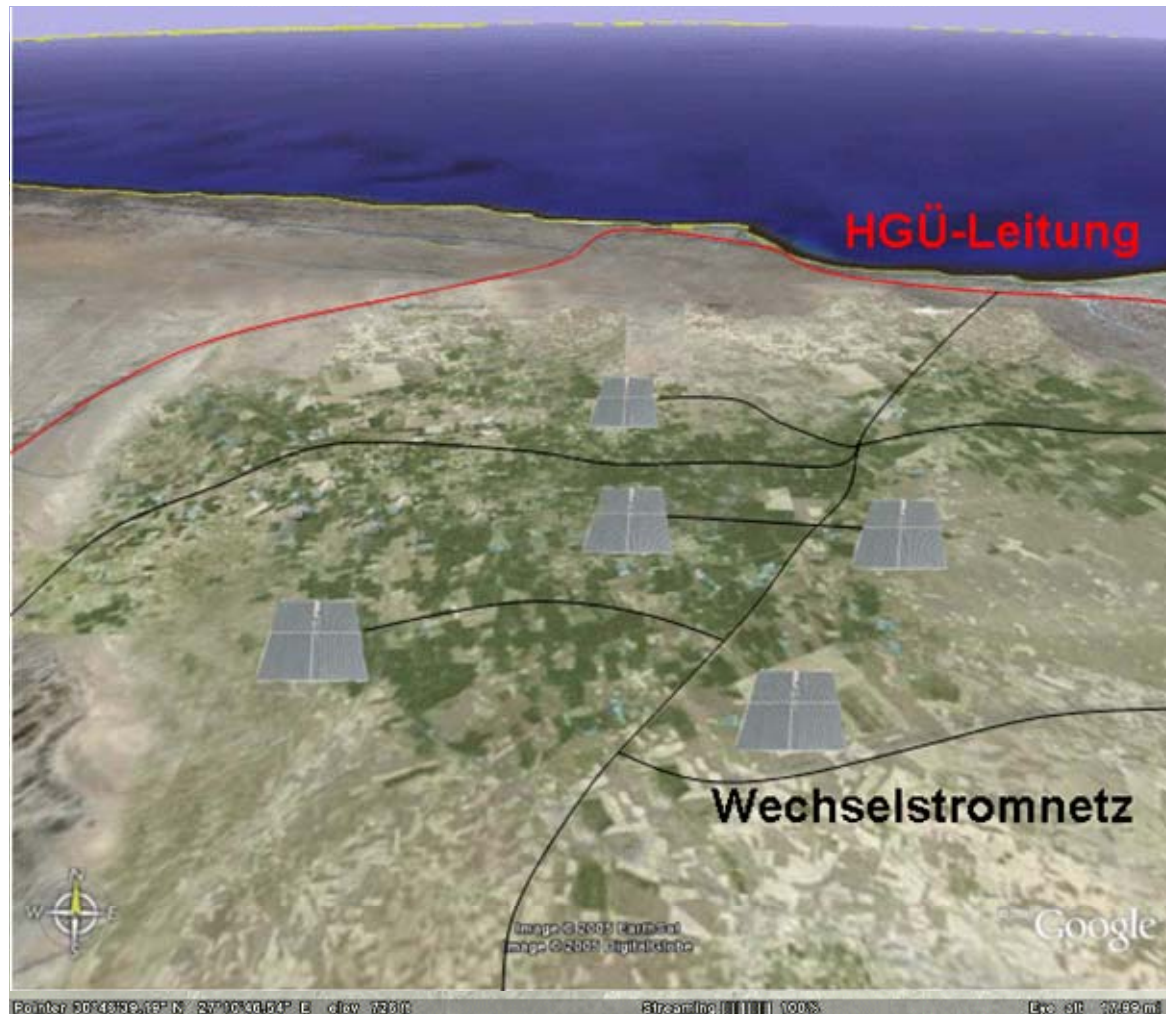
Reduktion der CO₂ Emissionen aus der Stromerzeugung auf 0.5 t/cap/a





Was wird sich ökologisch ändern?

1. Klimagase u. a. Emissionen in EU-MENA werden im Stromsektor trotz Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum auf ein klimaverträgliches Maß reduziert.
2. Der gesamte erneuerbare Kraftwerkspark wird etwa 1% der Landflächen in Anspruch nehmen.
(zum Vergleich: europäisches Verkehrsnetz: 1.2%).



Energie,
Wasser,
Nahrung,
Arbeit und
Einkommen

für weitere
300 Mio.
Menschen
in MENA ?

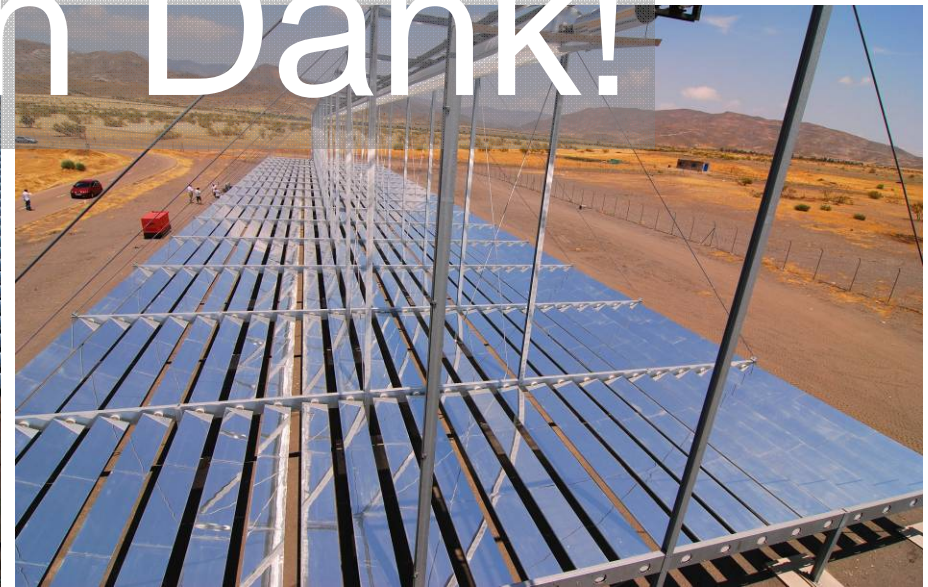


Was muss sich politisch ändern?

1. Eine gemeinsame internationale Anstrengung zur Erschließung erneuerbarer Energiequellen muss den zunehmenden Kampf um begrenzte fossile Brennstoffe ersetzen.
2. Die Umsetzung dieses Prinzips muss in den Vordergrund internationaler Sicherheitspolitik treten.
3. Weltweit müssen geeignete Rahmenbedingungen für die effiziente Verbreitung erneuerbarer Energiequellen geschaffen werden.



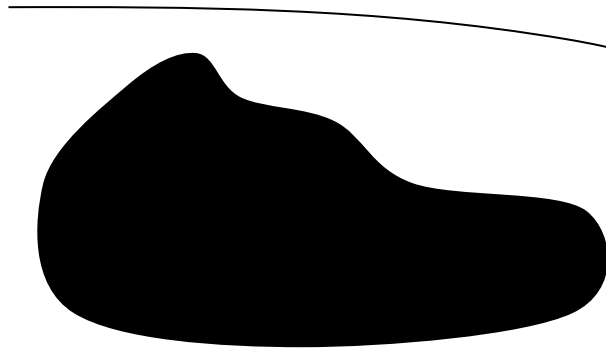
Vielen Dank!





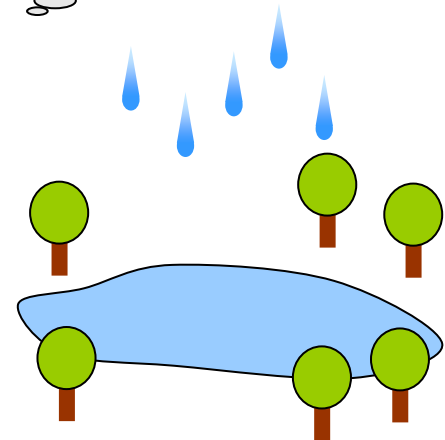
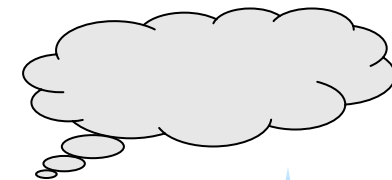
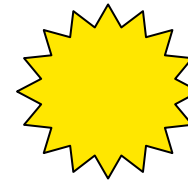
Fossile Energiequellen

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle



Erneuerbare Energiequellen

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse

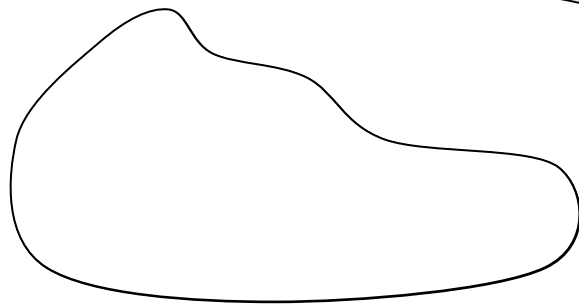
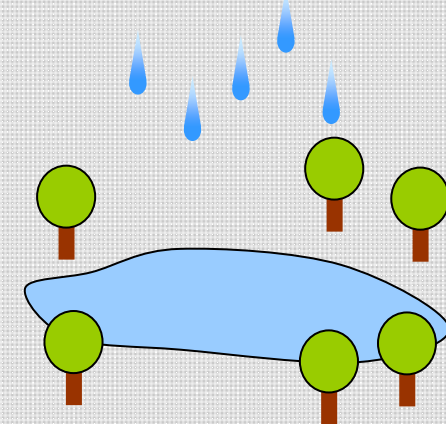
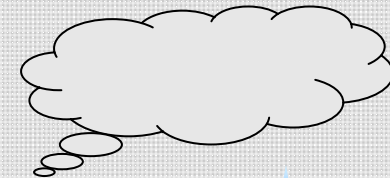
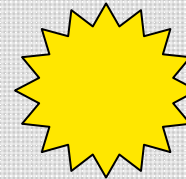


**Fossile
Energiequellen**
~~speicher~~

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

**Erneuerbare
Energiequellen**

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



500 Jahre später

Wer findet
den Fehler?



Homo sapiens sapiens, der weise, weise Mensch,
ist die einzige Spezies, die auf die Nutzung der
globalen Energiequellen verzichtet und statt dessen
weltweit die Energiespeicher leert.



Umbruch schiebt Desertec an

Die EU will die Energiepolitik in den Mittelpunkt ihrer neuen Nordafrika-Strategie stellen. Die von den Staats- und Regierungschefs auf dem Gipfel am 24. und 25. März beschlossene „neue Partnerschaft mit der Region“ wird, wie wir in Brüssel hören, vor allem Desertec einen gewaltigen Schub verleihen. Das Solarprojekt in der Sahara könnte nach einer Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) bis 2050 rund 20% des Stromverbrauchs der EU decken. Aber auch als Öl- und Gaslieferanten dürften die Maghreb-Länder für die Europäer an Bedeutung gewinnen. Besondere Brisanz erhält Desertec durch den geplanten Atomausstieg in Deutschland und anderen Staaten.

Brüssel bietet den im Umbruch befindlichen Maghreb-Ländern eine Freihandelszone an, in deren Zentrum eine „Energiegemeinschaft“ stehen soll. In einem gemeinsamen Papier schlagen die EU-Außenbeauftragte *Catherine Ashton* und Nachbarschaftskommissar *Stefan Füle* vor, „den südlichen Mittelmeerraum in den EU-Energiebinnenmarkt zu integrieren“. Besonders betonen sie die Chancen der „Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Energieträgern, insbesondere von Solar- und Windenergie“. Die Energiegemeinschaft mit Osteuropa könnte als Vorbild für die Partnerschaft mit Nordafrika dienen. Die Region wird für die Energieversorgung der EU schon 2030 ähnlich wichtig sein wie Russland.

Nur 1% der Fläche der Sahara wären nötig, um mit Solarkraftwerken den Stromverbrauch Nordafri-

kas und des Nahen Ostens zu decken – sowie 20% des Konsums Europas. Zudem besitzt Marokko an der Kalkulationen der DLR wäre Wind- oder Solarstrom aus Nordafrika trotz der Distanzen auch in Nordeuropa mit etwa 5 Cent pro Kilowattstunde konkurrenzfähig. Der Transport per Hochspannungs-Gleichstrom würde die Verluste auf 10% beschränken. Mit Strom aus der Sahara, so das DLR, ließen sich die CO₂-Emissionen in der EU auf 38% des Niveaus von 2000 begrenzen. Die Europäer wollen den CO₂-Ausstoß bis 2050 um 80% verringern.

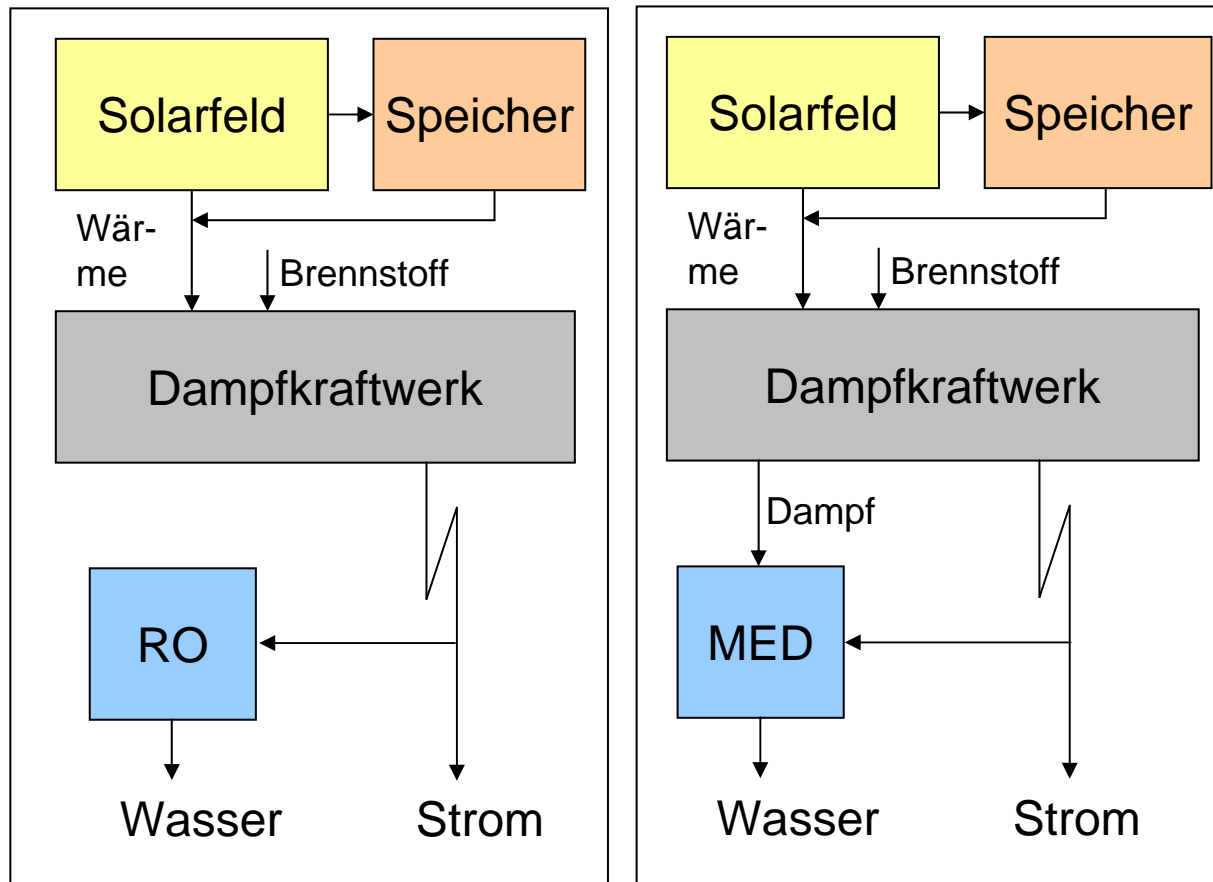
Entscheidend für die Realisierung der Energiepläne ist die politische Stabilisierung der Maghreb-Länder und ihre Anbindung an die EU. Die 1995 gegründete Mittelmeerpartnerschaft blieb weitgehend erfolglos. Nun will Brüssel die Länder mit großzügigen Handelsabkommen und mit 10 Mrd. € Finanzhilfen bis 2013 unterstützen. „Nur wenn diese Länder prosperieren, werden sie für uns auch verlässliche Wirtschaftspartner“, betont ein Berater Ashtons gegenüber FUCHS.

- **Fazit:** Die Maghreb-Länder bieten als Standort von Solarkraftwerken eine einmalige Chance für Europas Energieversorgung. Der Umbruch in diesen Ländern lässt die Nutzung dieses Potenzials in greifbare Nähe rücken. Die mit der energiepolitischen Kooperation verbundene Entwicklungsperspektive könnte die Region zudem ökonomisch und politisch stabilisieren.

Pressemitteilung 31.3.2011

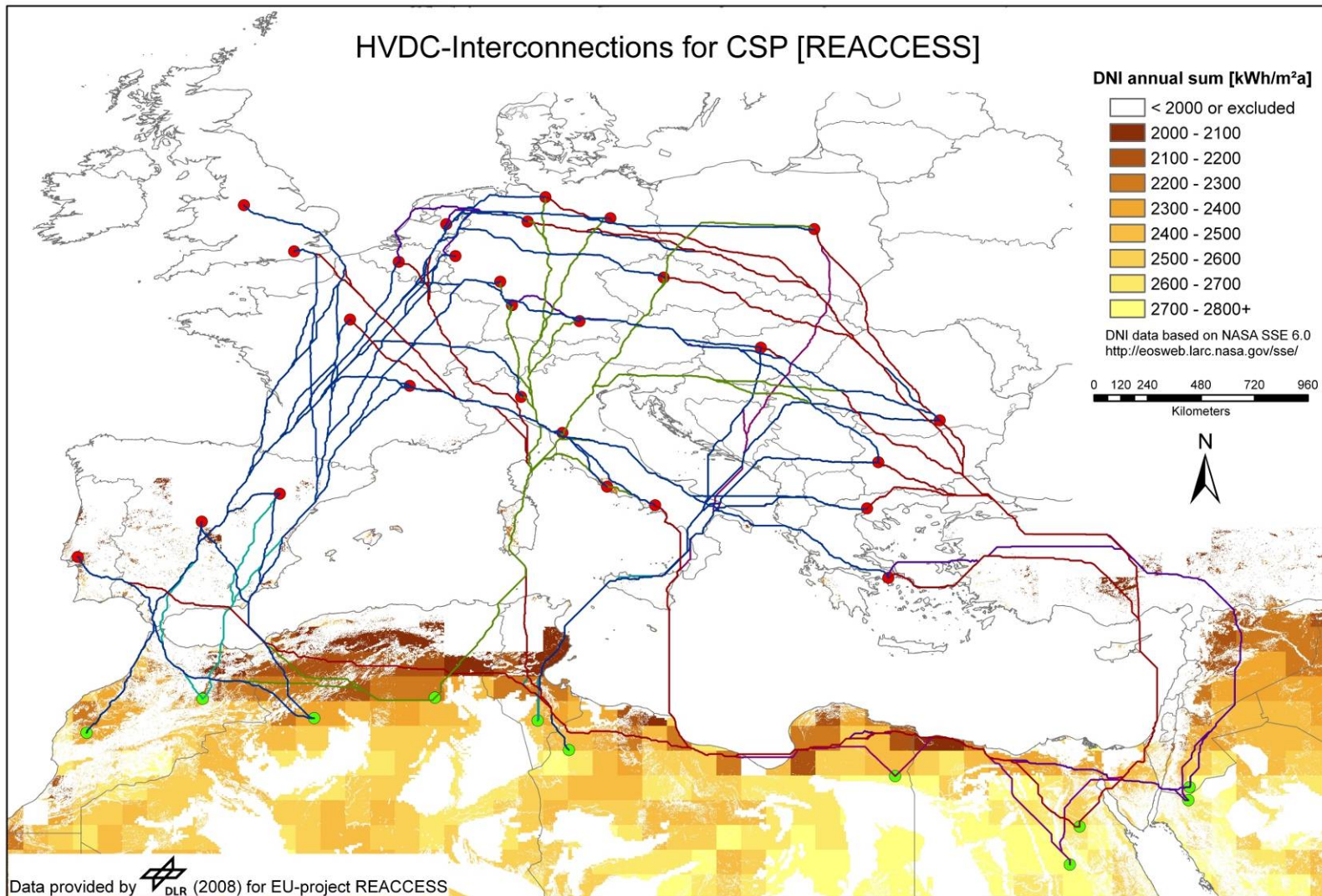


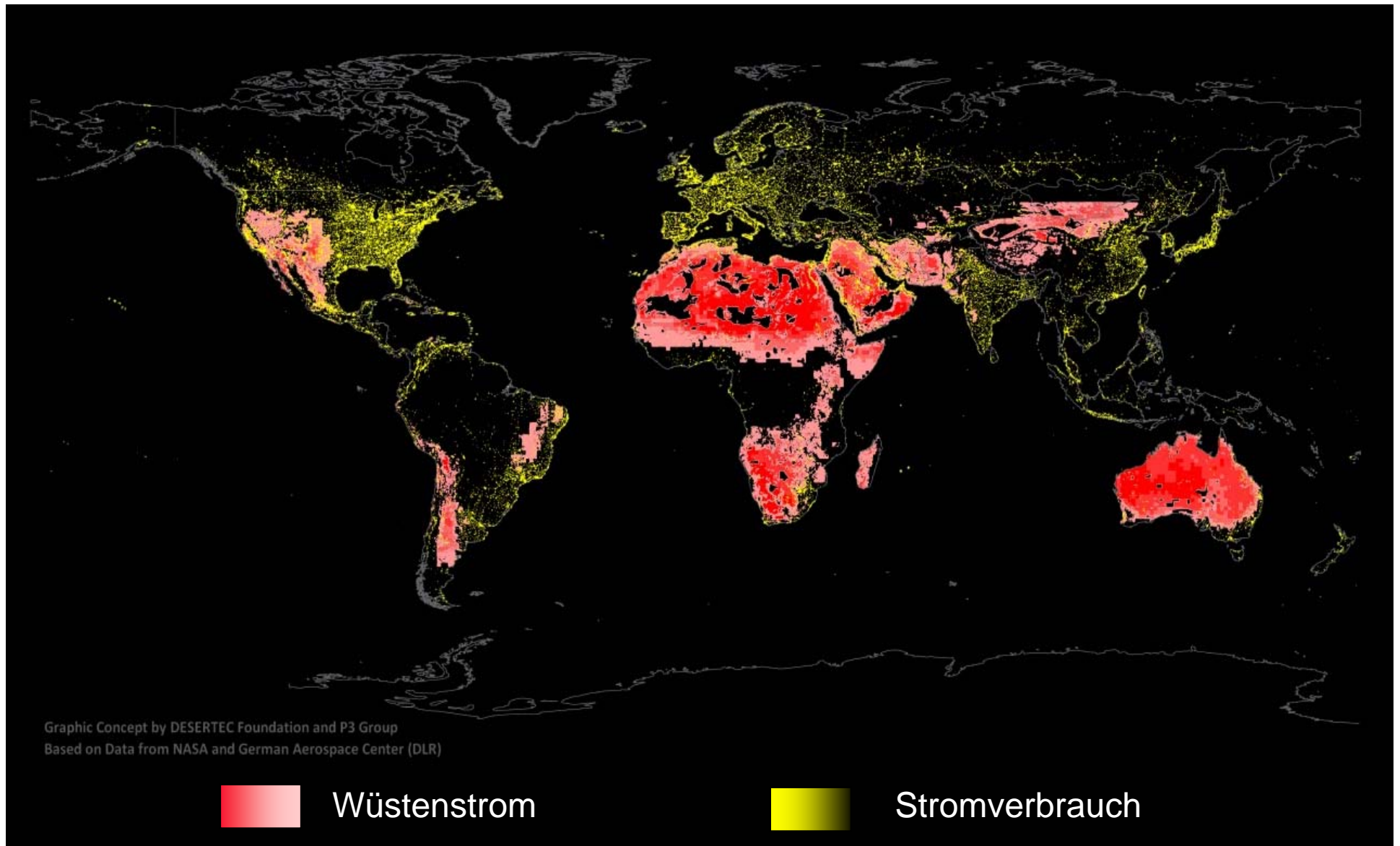
Pilotanlagen zur solaren Stromerzeugung und Wasserentsalzung



RO: Umkehrosmose
 MED: Multi-Effekt-Entsalzung

REACCESS 2009: Solare Energiekorridore für Europa







NOVATEC

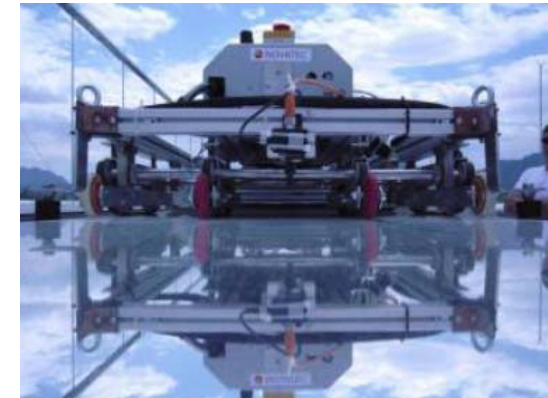
**Linear Fresnel
2 MW, Puerto
Errado, Spanien**

**Produktions-
automaten**

**Direkt-
verdampfung**

Trockenkühlung

Putzroboter

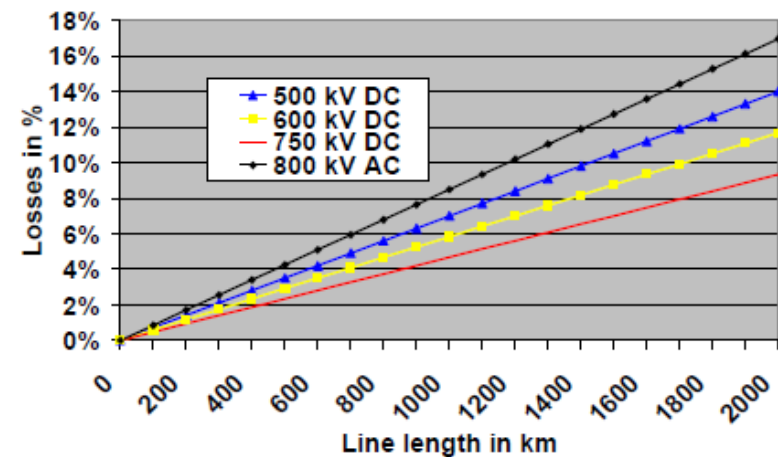
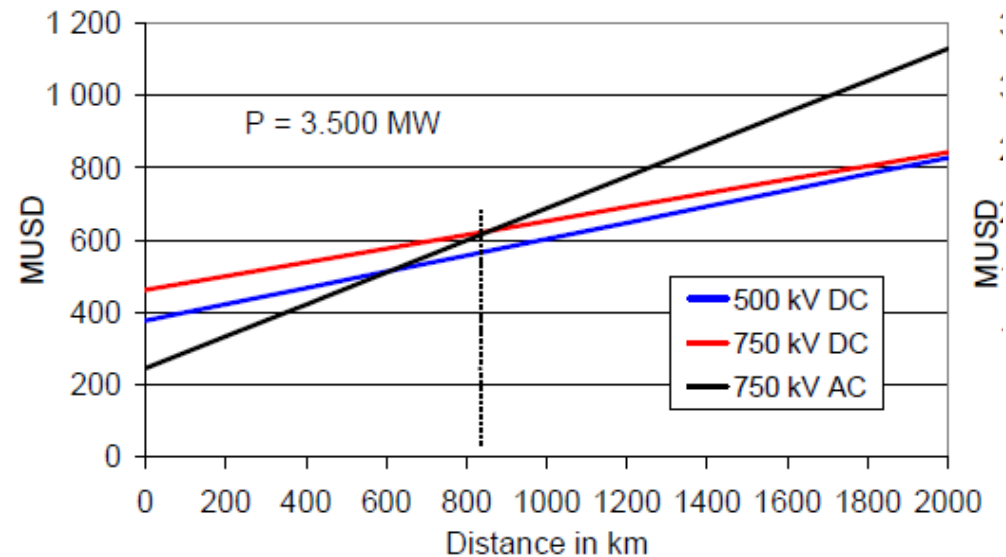
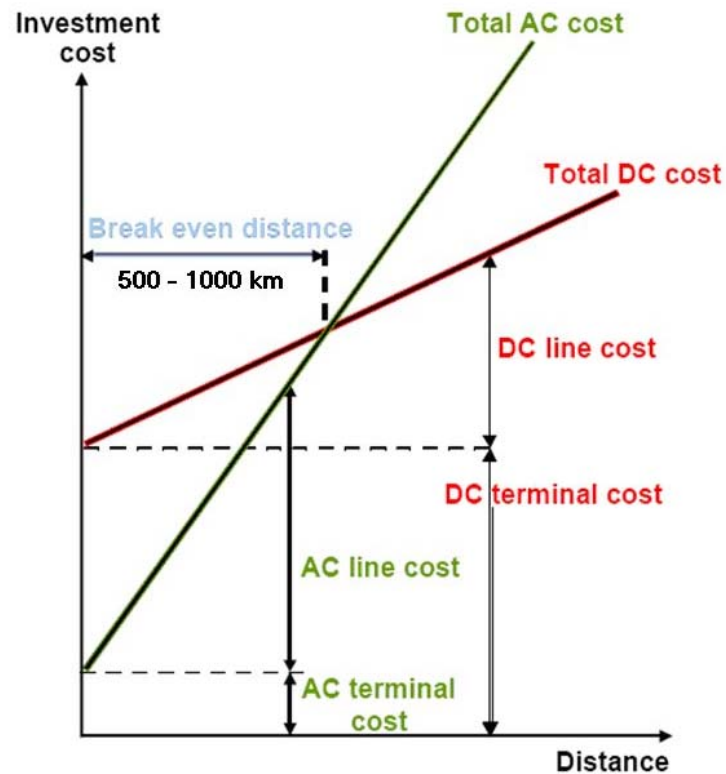


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.novatec-biosol.com

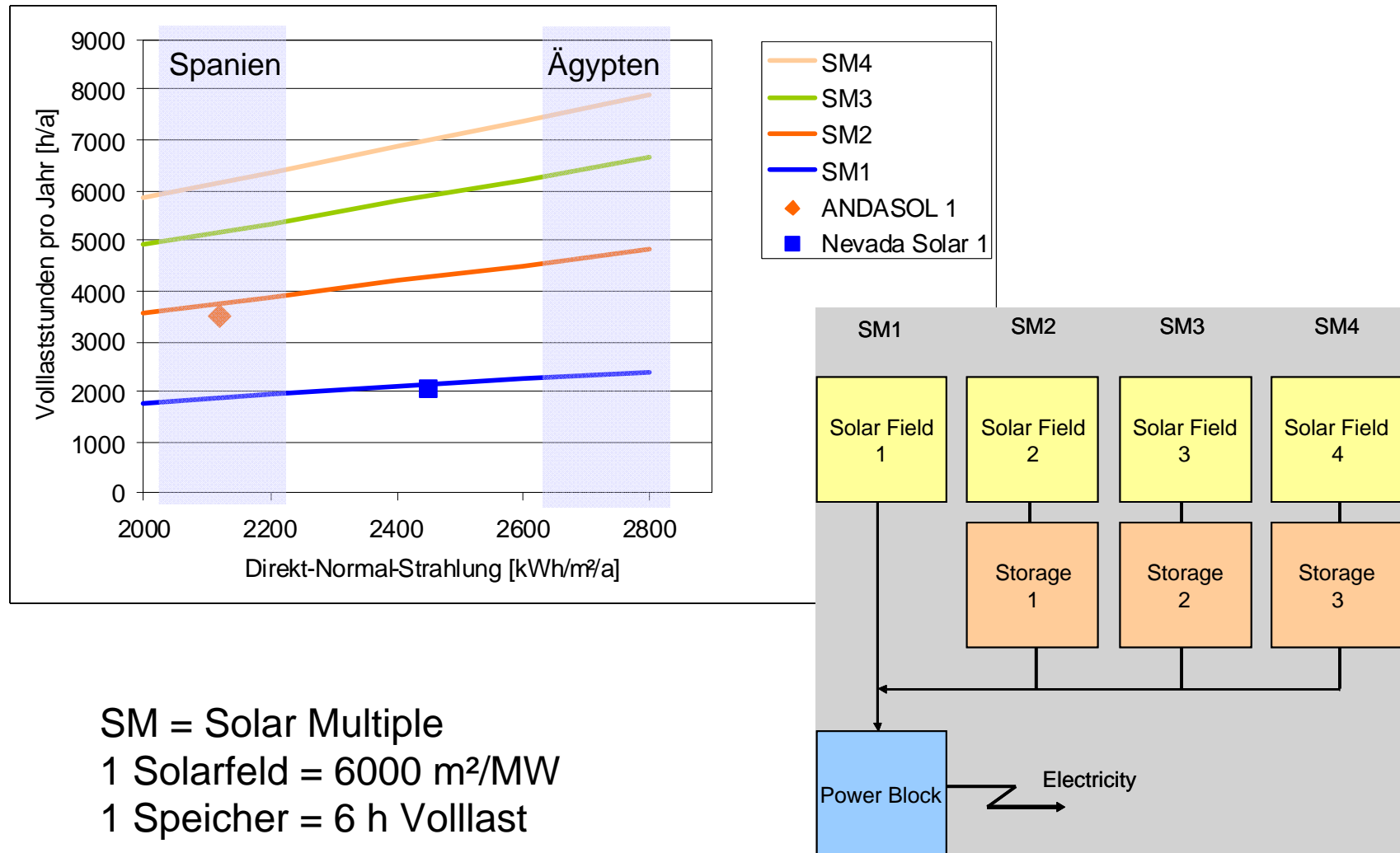
Folie 40

Kosten und Verluste: HGÜ (HVDC) oder Wechselstrom (HVAC)



HVDC High Voltage Direct Current
HVAC High Voltage Alternating Current

Auswirkung thermischer Energiespeicher auf die Verfügbarkeit



SM = Solar Multiple

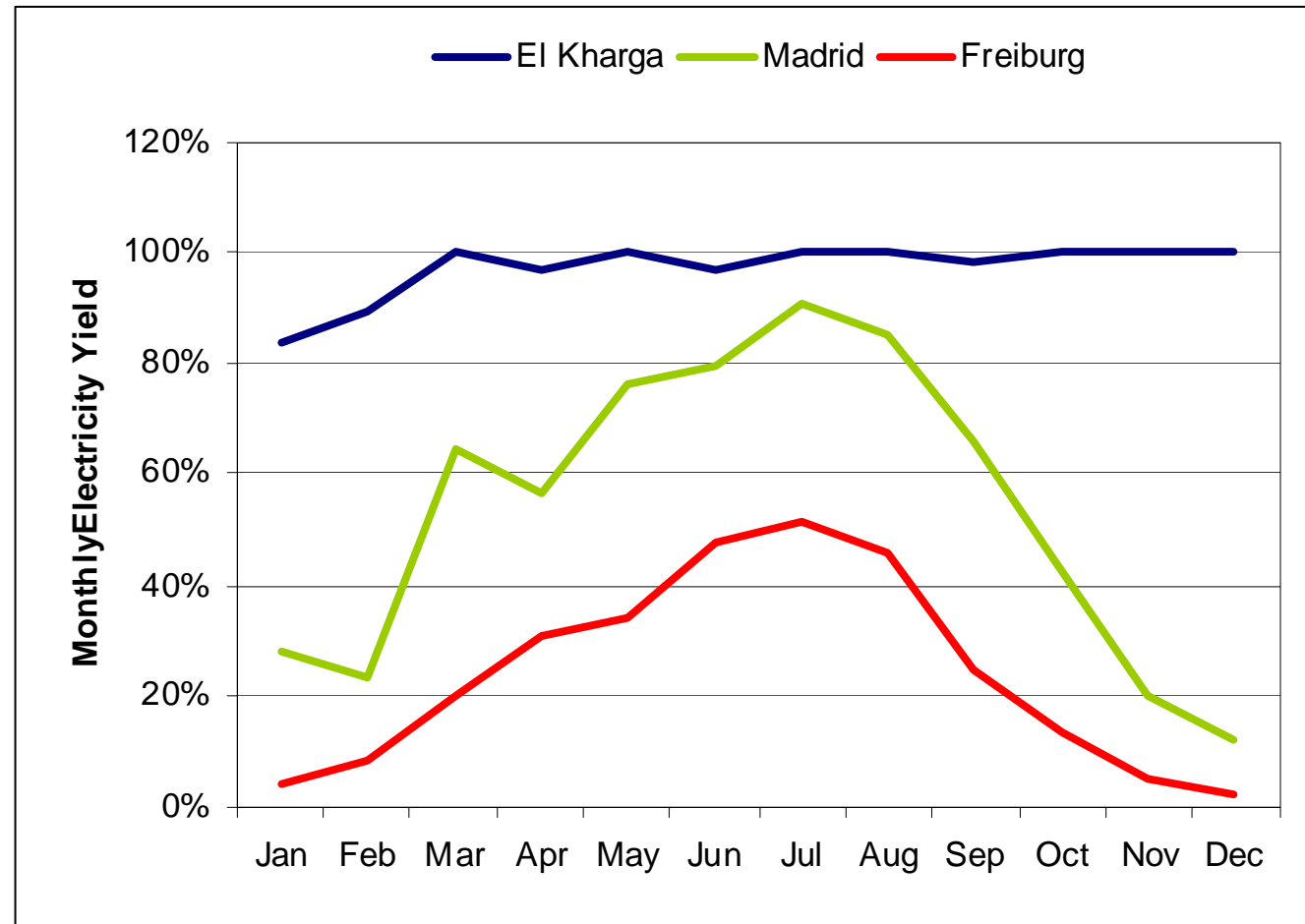
1 Solarfeld = 6000 m²/MW

1 Speicher = 6 h Vollast



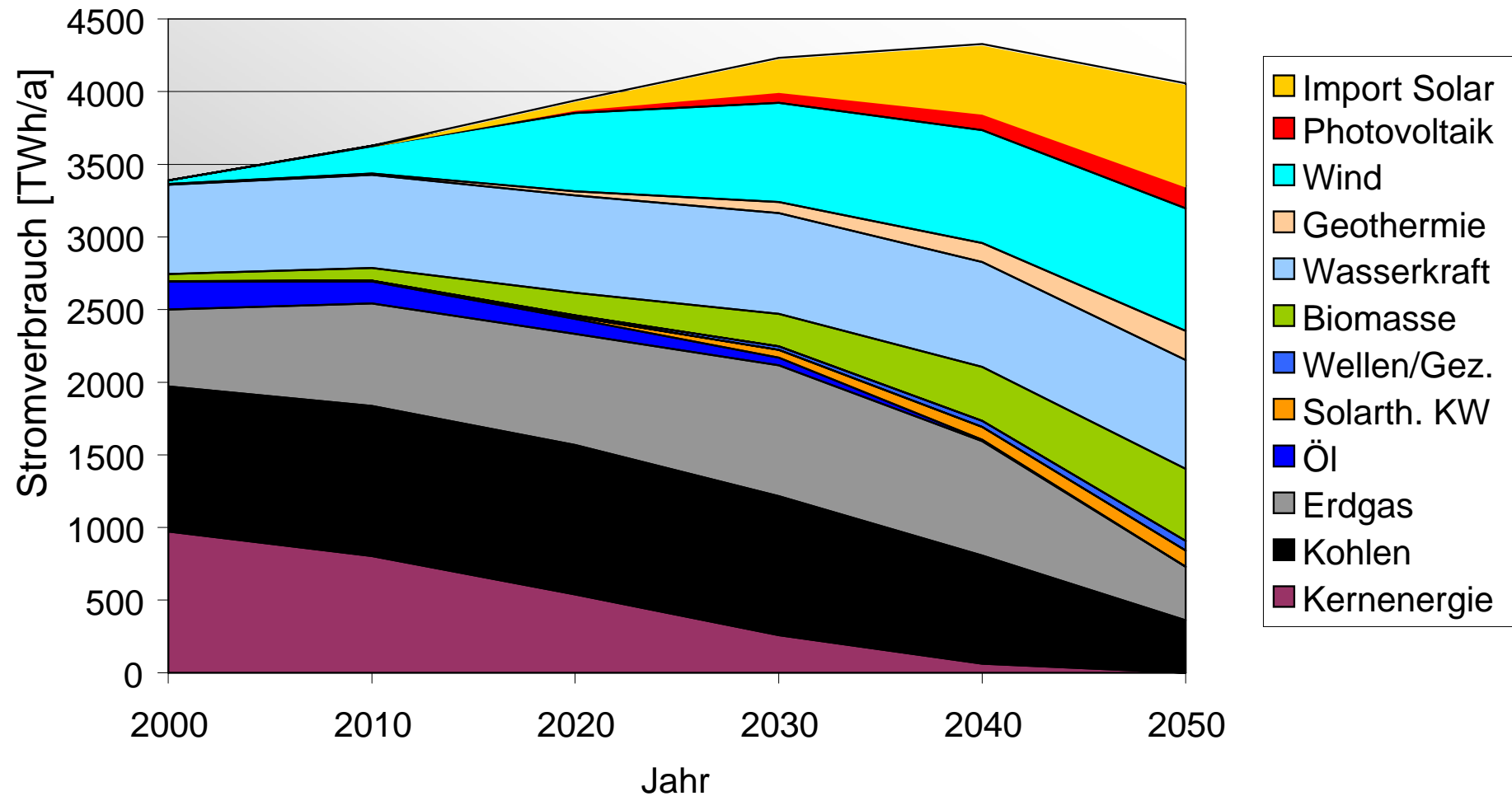
Ertrag solarthermischer Kraftwerke an verschiedenen Standorten

SM = 4





Strombedarf Europa (TRANS-CSP)





Strombedarf Mittlerer Osten und Nordafrika (MED-CSP)

